

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-101916
 (43)Date of publication of application : 12.04.1994

(51)Int.Cl.

F25B 9/00

(21)Application number : 04-249988
 (22)Date of filing : 18.09.1992

(71)Applicant : TOSHIBA CORP
 (72)Inventor : OTANI YASUMI
 KURIYAMA TORU
 NAKAGOME HIDEKI
 MATSUBARA YOICHI

(54) PULSE TUBE REFRIGERATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the efficiency of a pulse tube refrigerator by increasing a phase difference between a phase of pressure variations in a pulse tube and a phase of a refrigerant gas displacement by interposing a porous plug between an end portion of the pulse tube and a buffer tank.

CONSTITUTION: A cold producer 1 comprises a cold storage unit 2, and a pulse tube 5 connected in series with the cold storage unit 2 through a low temperature heat exchanger 4. The cold storage unit 2 includes a cold storage material 7 contained in a container 6 and an inlet 8 connected with a gas compressor 2. Further, the gas compressor 2 forms a compression chamber 11 with a cylinder 9 and a piston 10. Further, a final end of the pulse tube 5 is communicated with a buffer tank 17. In this case, a porous plug 20 having a proper fine vent passage is interposed between the final end of the pulse tube 5 and the buffer tank 17. Hereby, there is increased pressure variations of the pulse tube 5 and a refrigerant gas displacement.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3152757

[Date of registration] 26.01.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3152757号
(P3152757)

(45) 発行日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(24) 登録日 平成13年1月26日(2001.1.26)

(51) Int.Cl.⁷

F 2 5 B 9/00

識別記号

3 1 1

F I

F 2 5 B 9/00

3 1 1

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-249988

(22) 出願日 平成4年9月18日(1992.9.18)

(65) 公開番号 特開平6-101916

(43) 公開日 平成6年4月12日(1994.4.12)

審査請求日 平成11年9月17日(1999.9.17)

(73) 特許権者 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 大谷 安見

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地

株式会社東芝総合研究所内

(72) 発明者 栗山 透

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地

株式会社東芝総合研究所内

(72) 発明者 中込 秀樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地

株式会社東芝総合研究所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦

審査官 上原 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハルスチューブ冷凍機

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも蓄冷器とハルスチューブとを直列接続してなる寒冷発生器と、ガス圧縮機と、前記ハルスチューブの終端部に接続されたバッファータンクとを備え、前記ガス圧縮機で圧縮された冷媒ガスを前記蓄冷器を経由させて前記ハルスチューブ内へ導いた後に逆の経路で前記ガス圧縮機に吸込ませるように構成されてなるハルスチューブ冷凍機において、前記ハルスチューブの終端部が該終端部に直接接続されたオリフィスバルブを介して前記バッファータンクに接続されてなるハルスチューブ冷凍機。

【請求項2】 前記蓄冷器の入口と前記ハルスチューブの終端部とが該終端部に直接接続された調節バルブを持つダブルインレット通路で接続されていることを特徴とする請求項1に記載のハルスチューブ冷凍機。

2

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ハルスチューブ冷凍機に係り、特に効率の向上を図れるようにしたハルスチューブ冷凍機に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、構成が比較的簡単で、しかも到達温度も比較的低い冷凍機としてハルスチューブ冷凍機が知られている。このハルスチューブ冷凍機には種々のタイプがある。何れも基本的には、蓄冷器とハルスチューブとを直列接続してなる寒冷発生器を備え、高圧の冷媒ガスを蓄冷器を経由させてハルスチューブ内へ導いた後に逆の経路で排出膨張させることによってハルスチューブ内に寒冷を発生させるようにしている。

【0003】 ところで、このようなハルスチューブ冷凍

機において、寒冷の発生量を増加させるためには、パルスチューブ内の圧力変動の位相と冷媒ガスの変位の位相との間に位相差を持たせる必要がある。このようなことから、従来のパルスチューブ冷凍機では、位相差を設けるための系統を設けているものが多い。図7には位相差を設けるための系統を備えた従来のパルスチューブ冷凍機が示されている。すなわち、図中1は寒冷発生器を示し、2はガス圧縮機を示している。

【0004】寒冷発生器1は、蓄冷器3と、この蓄冷器3に対して低温熱交換器4を介して直列に接続されたパルスチューブ5とで構成されている。蓄冷器3は、断熱材あるいは熱伝導率の低い金属材で形成された容器6内にステンレス鋼や銅のメッシュなどで形成された蓄冷材7を収容したものとなっている。パルスチューブ5は、断熱材あるいは熱伝導率の低い金属材でパイプ状に形成されている。

【0005】蓄冷器3の入口8は、ガス圧縮機2に接続されている。ガス圧縮機2は、シリンダ9とピストン10とで構成された圧縮室11を備えてなる往復動式のものである。ピストン9の背面にはピストンロッド12の一端側が接続されており、このピストンロッド12の他

端側はガイド機構13にガイドされて図示しない往復動駆動源に連結されている。

【0006】一方、パルスチューブ5の終端部と蓄冷器3の入口8との間には、これらを通じさせる、いわゆるダブルインレット通路用の配管14が設けてあり、この配管14の途中には冷媒ガスの流量を調節するためのバルブ15が設けられている。また、パルスチューブ5の終端部はオリフィスバルブ16を介してバッファータンク17にも通じている。そして、上記のように接続された系内には、たとえばヘリウムガス等の冷媒ガスが所定圧力に封入されている。

【0007】このように構成されたパルスチューブ冷凍機では、ピストン10が図中上方に向け往動し、圧縮室11内の容積が小さくなると、圧縮された冷媒ガスが、一方においては蓄冷器3内を通してパルスチューブ5内へ流れ込み、他方においては配管14を介してパルスチューブ5内およびバッファータンク17内へ流れ込む。また、ピストン10が図中下方に向け復動すると、パルスチューブ5内の冷媒ガスは、一方においては蓄冷器3内を通して圧縮室11内に流れ込み、他方においては配管14を介して圧縮室11内に流れ込む。

【0008】このような冷媒ガスの流れに伴ってパルスチューブ5内に圧力変動が生じ、寒冷が発生する。この寒冷の一部は低温熱交換器4を介して被冷却物を冷却する。また、残りは冷媒ガスが逆の経路で戻るときに蓄冷材7の冷却に供される。

【0009】このとき、バルブ15およびオリフィスバルブ16の開度を調節することによって最適な運転状況を作り出すことができる。すなわち、配管14、バルブ

15、オリフィスバルブ16およびバッファータンク17は、前述した位相差の形成に寄与している。

【0010】しかしながら、上記のように構成された従来のパルスチューブ冷凍機にあっては、前述した位相差の調節範囲がガス圧縮機2によって制限されるため、位相差を十分に大きくすることが困難で、たとえば低温部に膨張ピストンを備え、このピストンによって強制的に位相差を持たせるようにしたスターリング冷凍機より効率が低いという問題があった。また、シリンダ9とピストン10との間の摺動抵抗によって圧縮効率が低下し、これも冷凍機の効率を低下させる一因となっていた。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く、従来のパルスチューブ冷凍機にあっては、低温部に可動部を必要としない利点を備えているが、効率が低いという問題があった。そこで本発明は、上述した利点を損なうことなく冷凍効率の向上を図れるパルスチューブ冷凍機を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、少なくとも蓄冷器とパルスチューブとを直列接続してなる寒冷発生器と、ガス圧縮機と、前記パルスチューブの終端部に接続されたバッファータンクとを備え、前記ガス圧縮機で圧縮された冷媒ガスを前記蓄冷器を経由させて前記パルスチューブ内へ導いた後に逆の経路で前記ガス圧縮機に吸込させるように構成し、かつ前記パルスチューブの終端部を該終端部に直接接続されたオリフィスバルブを介して前記バッファータンクに接続する。

【0013】

【作用】パルスチューブとオリフィスバルブとの配管容積をなくすることができるので、パルスチューブ内の圧力変動の位相と冷却ガス変位の位相との間の位相差を大きくでき、この結果効率を向上させることが可能になる。

【0014】

【実施例】以下、図面を参照しながら実施例を説明する。

【0015】図1には本発明の一実施例に係るパルスチューブ冷凍機の概略構成が示されている。なお、この図では図7と同一要素部分が同一符号で示してある。したがって、重複する部分の詳しい説明は省略する。

【0016】この実施例に係るパルスチューブ冷凍機が従来の冷凍機と異なる点は、パルスチューブ5の終端部とバッファータンク17との間に適度な細密通気路を持つポーラスプラグ20を介在させたことにある。

【0017】このような構成であると、冷凍原理そのものは従来の冷凍機と変わらないが、オリフィスバルブに代え、ポーラスプラグ20を設けたことによってパルスチューブ5内の圧力変動の位相と冷媒ガスの変位の位相との間の位相差を大きくでき、効率を向上させることができる。

【0018】図2には実施例に係るパルスチューブ冷凍機と図7に示した従来のパルスチューブ冷凍機との80 Kにおける冷凍能力特性が示されている。なお、実験に用いた冷凍機は次のようなものである。ガス圧縮機2は内径60 mm、ストローク15~30 mm、蓄冷器3は軸方向長さ100 mmで内径34 mmおよび28 mmの2種類、パルスチューブ5は内径18 mm、軸方向長さ150 mm、バッファータンク17は内容積が1000 ccである。

【0019】同図において、横軸は運転周波数を示している。図中破線が従来の冷凍機の特性を示し、実線が本実施例に係る冷凍機の特性を示している。本実施例に係る冷凍機では、寒冷発生量を増加できるので、従来の冷凍機に較べて高い冷凍能力特性を発揮している。

【0020】なお、冷凍機によっては、ダブルインレット用の配管14を備えていないものがあるが、このような冷凍機においてもボースプラグ20の使用は効果を発揮する。

【0021】図3には本発明の別の実施例に係るパルスチューブ冷凍機が示されている。この図においては図1と同一要素部分が同一符号で示されている。したがって、重複する部分の詳しい説明は省略する。

【0022】このパルスチューブ冷凍機が前記実施例と異なる点は、パルスチューブ5の終端部が、この終端部に直接接続されたオリフィスバルブ21を介してバッファータンク17に接続されるとともに上記終端部に直接接続された調節バルブ22を介してダブルインレット用の配管14に接続されていることにある。

【0023】このような構成であると、冷凍原理そのものは従来の冷凍機と変わらないが、パルスチューブ5とオリフィスバルブ21との間の配管容積およびパルスチューブ5と調節バルブ22との間の配管容積をそれぞれなくすことができるので、パルスチューブ5内の圧力変動の位相と冷媒ガスの変位の位相との間の位相差を大きくでき、効率を向上させることができるので、到達最低温度を低くできる。なお、ダブルインレット用の配管14を備えていないものについても上記関係にオリフィスバルブ21を設けることによって効果を期待できる。

【0024】図4には本発明の別の実施例に係るパルスチューブ冷凍機が示されている。この図においても図1および図7と同一要素部分が同一符号で示されている。したがって、重複する部分の詳しい説明は省略する。このパルスチューブ冷凍機が先の実施例と異なる点は、ガス圧縮機2aの構成とガス流通系統とにある。

【0025】ガス圧縮機2aは、シリンダ31とピストン32とで構成された圧縮室33を備えてなる往復動式のものである。シリンダ31の底部壁は閉じられており、ピストンロッド34は上記底部壁を気密に、かつ摺動自在に貫通して図示しない、たとえばボイスコイルモータ式の駆動装置に連結されている。そして、圧縮室33は蓄冷器3の入口8に接続されており、またピストン

32を境にして圧縮室33とは反対側に形成された背面室35は配管36および流量調整用のバルブ43を介してバッファータンク17に通じている。

【0026】シリンダ31の周壁は二重構造に形成されており、内側壁37はセラミックで形成されている。ピストン32の外周面には環状溝が形成されており、この環状溝にはシリンダ31とピストン32との間をシールするシールリング38が装着されている。このシールリング38は環状溝内に装着されたばね39の力によって内側壁37に弱く押付けられている。さらに、ピストンロッド34の外部に突出している部分には鏝40が設けてあり、この鏝40と静止部材41との間にはピストン32を含む可動部分を支持するためのコイルばね42が装着されている。このコイルばね42のばね定数は、ピストン32に作用する冷媒ガスのガスばね定数より小さい値に設定されている。

【0027】このような構成であると、ピストン32が図中上方に向け往動し、圧縮室33内の容積が小さくなると、圧縮された冷媒ガスが、一方においては蓄冷器3内を通過してパルスチューブ5内へ流れ込み、他方においては配管14を介してパルスチューブ5内およびバッファータンク17内へ流れ込む。このとき、バッファータンク17内の一部の冷媒ガスは配管36を介して背面室35内へと流れる。また、ピストン32が図中下方に向け復動すると、パルスチューブ5内の冷媒ガスは、一方においては蓄冷器3内を通過して圧縮室33内に流れ込み、他方においては配管14を介して圧縮室33内へ流れ込む。このとき、背面室35内の冷媒ガスが配管36を介してバッファータンク17内に流れ、バッファータンク17内の冷媒ガスが配管14内とパルスチューブ5内へ流れる。このような冷媒ガスの流れに伴ってパルスチューブ5内に圧力変動が生じ、寒冷が発生する。

【0028】そして、この場合には、ピストン32に作用する冷媒ガスのガスばね定数より小さいばね定数に設定されたコイルばね42でピストン32を含む可動部分を支持しているので、ピストン32が傾くようなことはない。したがって、シールリング38が、いわゆる片当たりすることがないので、シリンダ31とピストン32との間を確実にシールできるばかりか、摺動抵抗を小さくでき、結局、冷凍機としての効率を向上させることができる。また、この構成であると、ピストン32の重量を調節してピストン32の共振周波数を冷凍効率の大きい周波数帯に一致させることができる。したがって、冷凍効率を一層向上させることができる。図5にはパルスチューブ冷凍機の使用例が示されている。

【0029】ここには断熱容器の内槽をパルスチューブ冷凍機で冷却している例が示されている。すなわち、図中51は断熱容器の内槽を示し、52は外槽を示し、53は内槽51と外槽52との間に形成された真空断熱層を示している。

【0030】真空断熱層53内には、1段蓄冷器3a、低温熱交換部4a、1段パルスチューブ5aが直列に接続されている。また、低温熱交換部4aは2段蓄冷器3b、内槽51に熱的に接続された低温熱交換部4bを介して2段パルスチューブ5bに接続されている。この例の場合、2段パルスチューブ5bは、軸方向の長さが1段パルスチューブ5aの2倍以上に設定されている。そして、2段パルスチューブ5bの外周面で軸方向の中間位置と低温熱交換部4aとが熱伝導体54で接続されている。また、1段蓄冷器3aの入口は、外槽52を気密に貫通して設けられた配管55を介してガス圧縮機2に接続されている。同様に、1段パルスチューブ5aの終端および2段パルスチューブ5bの終端は、それぞれ外槽52を気密に貫通して設けられた配管56、57、オリフィスバルブ16a、16bを介してバッファータンク17a、17bに接続されている。

【0031】このような配置であると、低温熱交換部4aより低温熱交換部4bの温度が低くなり、この低温で内槽51が冷却されることになる。また、この場合には2つのオリフィスバルブ16a、16bおよび2つのバッファータンク17a、17bを露出させることができるので、調整および保守の容易化を図ることができる。このように配置されるパルスチューブ冷凍機においても、先に各実施例において説明した手法を採用して冷凍効率を向上させることができる。図6にはパルスチューブ冷凍機の別の使用例が示されている。

【0032】一般に、真空断熱層を備えた断熱容器では、輻射による熱侵入を防止するために真空断熱層内に熱シールド板を設け、この熱シールド板を所定温度に冷却することが行われている。図6に示す例では、熱シールド板の冷却と熱シールド板の支持とをパルスチューブ冷凍機で行わせている。すなわち、図中61は断熱容器の内槽を示し、62は外槽を示し、63は内槽61と外槽62との間に形成された真空断熱層を示し、64は真空断熱層63内に内槽61を囲むように配置された熱シールド板を示している。

【0033】外槽62と熱シールド板63との間にパルスチューブ冷凍機の蓄冷器3とパルスチューブ5とが外槽62に対して熱シールド板64を支持する支持材を兼ねて配置され、また低温熱交換部4が熱シールド板64に熱的に接続されている。なお、図中65は液体ヘリウム等の極低温液体を示し、66は断熱支持材を示している。

【0034】この例では、1箇所だけにパルスチューブ冷凍機を設けているが、熱シールド板64を支持している複数の断熱支持材66の全部あるいは複数個をパルスチューブ冷凍機に置換えてもよい。

【0035】なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。すなわち、上述した各実施例は、蓄冷器内全体に同一組成の蓄冷材を充填しているが、たとえば蓄冷材としてステンレス鋼のメッシュと銅のメッシュとを用いる場合には、ステンレス鋼のメッシュを蓄冷器の高温側に、銅のメッシュを蓄冷器の低温側に充填することによって効率を向上させることができる。つまり、比熱の大きいものを低温側に充填すればよい。また、図4に示される以外のパルスチューブ冷凍機では、往復動式のガス圧縮機以外のガス圧縮機に代えてもよい。この場合には、吐出、吸込みを切換えるためのバルブを必要とすることは勿論である。

【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、効率の高いパルスチューブ冷凍機を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係るパルスチューブ冷凍機の概略構成図

【図2】同冷凍機の80Kにおける冷凍能力特性を従来の冷凍機のそれと比較して示す図

【図3】本発明の第2の実施例に係るパルスチューブ冷凍機の概略構成図

【図4】本発明の第3の実施例に係るパルスチューブ冷凍機の概略構成図

【図5】パルスチューブ冷凍機の使用例を説明するための概略図

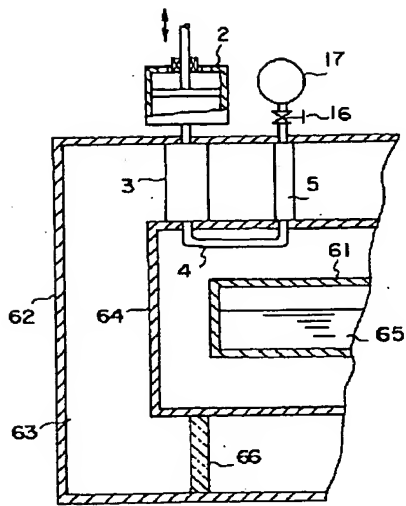
【図6】パルスチューブ冷凍機の別の使用例を説明するための概略図

【図7】従来のパルスチューブ冷凍機の概略構成図

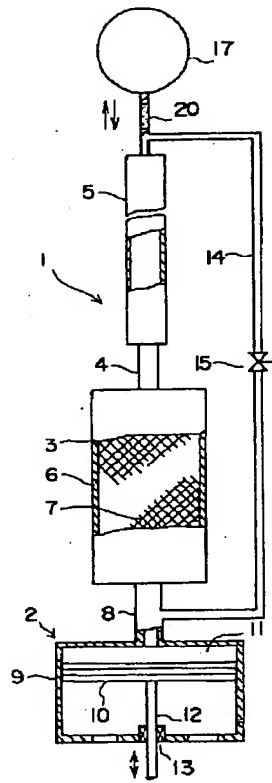
【符号の説明】

1…寒冷発生器	2, 2a…ガス圧縮機
3…蓄冷器	4…低温熱交換器
5…パルスチューブ	14…配管
15…調節バルブ	16…オリフィスバルブ
17…バッファータンク	20…ボラスプラグ
21…オリフィスバルブ	22…調節バルブ
31…シリンダ	32…ピストン
33…圧縮室	34…ピストンロッド
35…背面室	36…配管
37…内側壁	38…シールリング
39…ばね	42…コイルばね

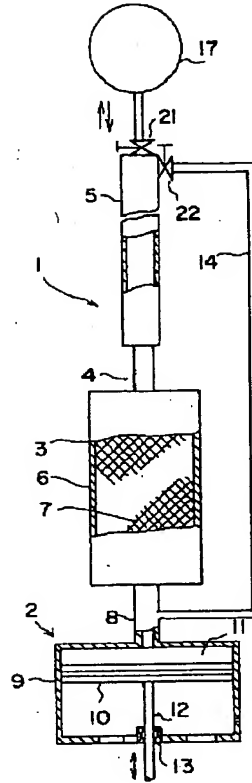
【図6】



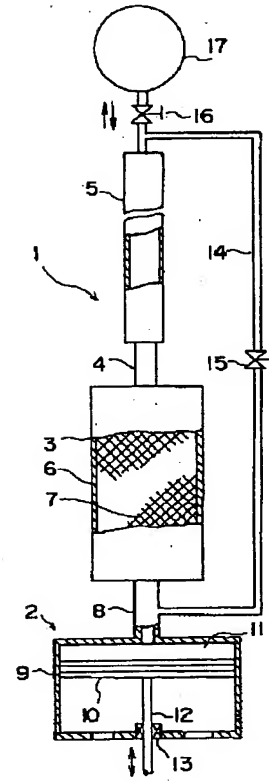
【図1】



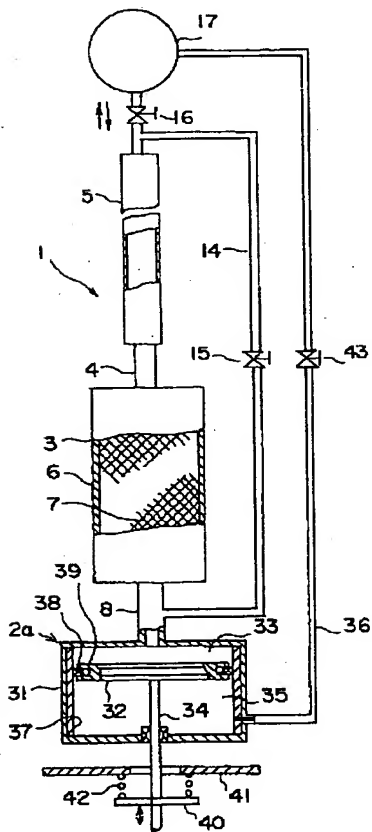
【図3】



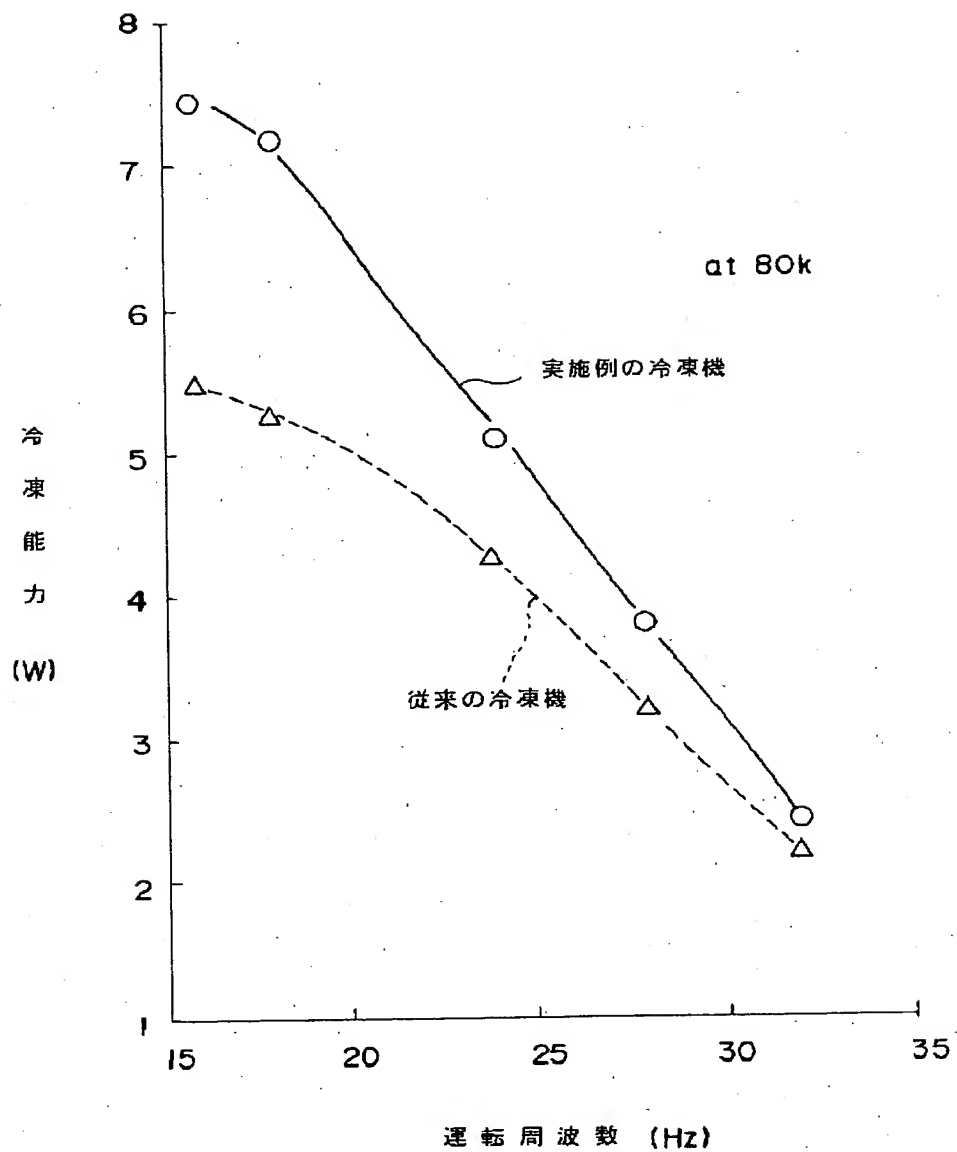
【図7】



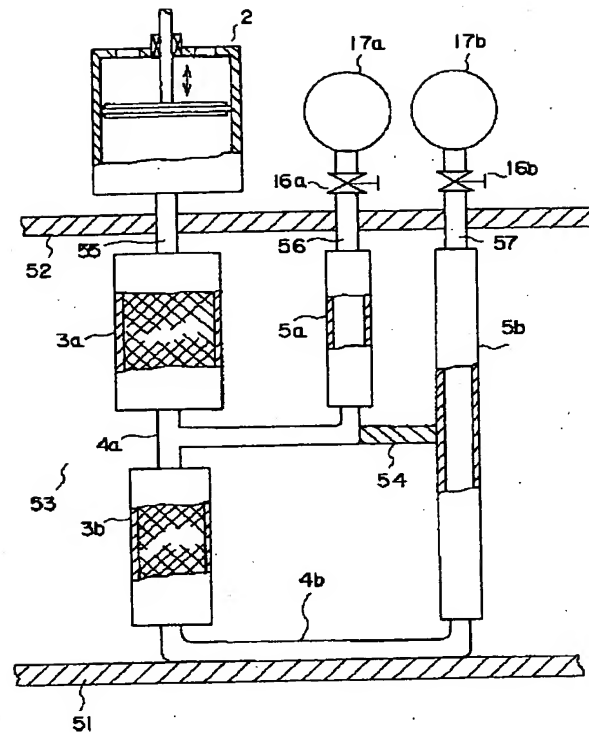
【図4】



【図2】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 松原 洋一
千葉県船橋市大穴北2-3-3

(56)参考文献 特開 平4-225755 (J P, A)
特開 平4-165269 (J P, A)
特開 平2-298764 (J P, A)
特開 平4-268168 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
F25B 9/00 311